

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problems Mailbox.**



PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of

Fred BUCHALI

Attorney Docket No. Q66335

Appln. No.: 09/977,297

Group Art Unit: 2877

Confirmation No.: 2046

Examiner: Unknown

Filed: October 16, 2001

For: RECEIVER WITH FEEDBACK FILTER, AND EYE MONITOR FOR THE FEEDBACK FILTER

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of the priority document on which a claim to priority was made under 35 U.S.C. § 119. The Examiner is respectfully requested to acknowledge receipt of said priority document.

Respectfully submitted,

David J. Cushing
Registration No. 28,703

SUGHRUE MION, PLLC
2100 Pennsylvania Avenue, N.W.
Washington, D.C. 20037-3213
Telephone: (202) 293-7060
Facsimile: (202) 293-7860

Enclosures: Germany 10052279.3

Date: January 16, 2002

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 100 52 279.3
Anmeldetag: 20. Oktober 2000
Anmelder/Inhaber: Alcatel,
Paris/FR
Bezeichnung: Schneller Augenmonitor und Empfänger mit einem
schnellen Augenmonitor
IPC: H 04 L, G 01 R

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. Oktober 2001
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag



Hoß

5

Schneller Augenmonitor und Empfänger mit einem schnellen Augenmonitor

10

Die Erfindung geht aus von einem schnellen Augenmonitor sowie einem Empfänger mit schnellem Augenmonitor und Kompensator für die Entzerrung von digital übertragenen Signalen, sowie von einem Verfahren zur schnellen Messung der Augenöffnung eines Augendiagramms.

Neben der Dämpfung ist die Signaldispersion der optischen Signale das hauptsächlich limitierende Kriterium, das Übertragungsstrecken und Bitraten in faseroptischen Systemen beeinflusst. Die Effekte der Dispersion und ihre Limitierungen können durch geeignete Signalverarbeitung des optischen oder rückgewonnenen elektrischen Signals ausgeglichen werden. Im praktischen Einsatz ist es dabei notwendig, die Signalverarbeitung adaptiv zu gestalten, da die Dispersionseffekte der Faser sich mit der Zeit verändern. Durch die Dispersionseffekte, beispielsweise hervorgerufen durch Polarisationsmodendispersion treten Überlappungen von Signalanteilen unterschiedlicher Polarisation auf. Die Signale werden aufgrund dieser Dispersioneffekte zeitlich verschmiert und kommen unaufgelöst im optischen Empfänger an. Um die Signale, die aufgrund von Dispersionseffekten überlagert im Empfänger ankommen, wieder zu trennen, werden nichtlineare elektronische Filter zur Entzerrung der Signale eingesetzt.

Aus der Veröffentlichung „Adaptiv nonlinear cancelation for high speed fiber optic systems“ Jack Winters und S. Kasturia, Journal of Lightwave Technology, Vol. 10, Nr. 9, Seite 971ff ist ein nichtlineares elektronisches Filter bekannt. Um die zeitlichen Probleme mit der analogen Rückkopplung im nichtlinearen Filter zu verkleinern, werden zwei Schwellwertentscheider mit unterschiedlichen Schwellwerten parallel zueinander geschaltet. Die Ergebnisse der parallel geschalteten Schwellwertentscheider werden über einen ansteuerbaren Multiplexer

5. Empfänger (1) zum Empfang optischer Signale mit einem optischen Kompensator (4), einem optisch-elektrischen Wandler (5) und einem Augenmonitor (6), wobei die Parameter aus der Messung der Augenöffnung des Augendiagramms zur

5 Einstellung des optischen Kompensators dienen.

6. Verfahren zur Messung der Augenöffnung eines Augendiagramms bestehend aus folgenden Schritten:

10

- Entscheidung des gestörten Signals mit mindestens zwei Schwellwerten, wobei mindestens ein Wert in etwa den Scheitelpunkten der Augenöffnung entsprechen,
- Erzeugung jeweils eines Pseudoerrorsignals durch Vergleich der nahe der Scheitelpunkte entschiedenen Signale mit dem optimal entschiedenen Signal (8) im EXOR (E1, E2) und Integration (I1, I2) der Fehler,
- Vergleichen der Pseudoerrorsignale mit jeweils einem Sollwert,
- Nachstellen der abweichenden Schwellwerte von S1 und S2 und Ausgabe des Differenzsignals als Messwert.
- Berechnung von Augenöffnung und Q-Faktor aus Schwellwerten S1 und S2 sowie aus den Kleinsignalantworten.

15

20

5

10

Ansprüche

15

20

1. Schneller Augenmonitor (5) mit Schwellwertentscheidern (S1, S2), die nahe an den Scheitelpunkten des Auges eines Augendiagramms eingestellt sind und Pseudofehler erzeugen, mit Pseudofehler-Detektor, mit Integratoren für die Pseudofehler und Regulatoren, die interne Stellgrößen (V_{int_upper} , V_{int_lower}) im Vergleich mit Sollwerten ($V_{1target}$, $V_{2target}$) nachführen.
2. Schneller Augenmonitor nach Anspruch 1, wobei die Sollwerte von Kleinsignalanteilen überlagert sind.
3. Schneller Augenmonitor nach Anspruch 1, wobei die Ergebnisse der Messung der Augenöffnung und die Kleinsignalantwort zur Bestimmung des Q-Faktors verwendet werden.
4. Empfänger (1) zum Empfang optischer Signale mit einem optisch-elektrischen Wandler (4), einem Equalizer (5) und einem Augenmonitor (6) , wobei die Parameter aus der Messung der Augenöffnung des Augendiagramms zur Einstellung des Equalizers dienen.

30

35

zusammengeführt. Die in Figur 7 dargestellte Ausführungsform der Veröffentlichung verwendet zwei Schwellwertentscheider, deren Ausgänge mit einem Multiplexer verbunden sind. Ein D-Flip-Flop und eine Rückkoppelschleife beschalten den Multiplexer des Filters. Eine periphere Elektronik ermittelt die einzustellenden Schwellwerte und speichert sie über Kondensatoren ab. Die Zeitkonstanten der Schwellwert-Elektronik liegen somit fest. Mit einem solchen nichtlinearen Filter lassen sich Signale entzerren, wenn die Verzögerungen zwischen langsamem und den schnellen Signalanteilen sich innerhalb eines Zeittakts bewegen.

- 5 Zur Rückgewinnung des Signaltaktes, mit dem die Schwellwertentscheider angesteuert werden, können herkömmliche Taktorschaltungen mit phasenverriegelten Schleifen, sogenannte PLL-Schaltungen (phase locked loop), verwendet werden. Jedoch kommt es bei sehr starken Verzerrungen, die beispielsweise bei einer großen PDM auftreten, zu folgendem Problem: Der mit üblichen Taktorschaltungen regenerierte Signaltakt hat 10 eine starke Phasenschwankung, deren Größe abhängig von der Signalverzerrung ist. Deshalb muss bei starken Signalsverzerrungen üblicherweise die Taktorschaltung noch 15 um zusätzliche Phasenschieber erweitert werden, die als adaptive Regler in den Taktpfad eingefügt werden, um die im Phasenschwankungen zu kompensieren.

20 Ein Problem bleibt bei den bisher beschriebenen Verfahren bestehen. Die Parameter zur Rückkopplung in die Rückkopplungsschleife des elektronischen Filters werden nur sehr indirekt gewonnen.

- 25 Eine direkte Messung der Qualität eines Übertragungskanals bei einer digitalen Übertragung erfolgt mit Hilfe eines Augendiagramms. Das Augendiagramm ist ein hervorragendes Hilfsmittel, um Fehler in den Hardware-Komponenten eines Übertragungssystems zu bestimmen, und qualitative Aussagen über die Leistung des Systems zu treffen. Für die Messung des Augendiagramms wird der Bitblock mit dem 30 externen Trigger eines Oszilloskops verbunden. Das empfangene und demodulierte Signal wird mit dem y-Eingang verbunden. Bei einer horizontalen Zeitbasis von vier Bitperioden wie in Figur 1 dargestellt werden durch die Trägheit der Röhre des Oszilloskopes, die Überlagerung der gefilterten Bits des Signals dargestellt.
- 35 Durch Störungen auf dem Übertragungsweg kann sich das Auge schließen und je geringer die Augenhöhe ist, um so schwieriger lassen sich die beiden Zustände des Signals unterscheiden.

Eine direkte Messung der Augenhöhe ist daher zur Optimierung des Übertragungskanals von großer Bedeutung. Alle bisher existierenden elektronischen Augenmonitore sind für Datenraten von 10 Gbit/s und mehr nicht mehr schnell genug. Sie sind für große Genauigkeiten ausgelegt und können nicht als schnelle Rückkoppelsignale eingesetzt werden.

Beschreibung der Erfindung

Gegenstand der Erfindung ist daher ein schneller Augenmonitor, der eine direkte Messung der Qualität der Übertragungsstrecke auch bei hohen Bitraten erlaubt.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in den Zeichnungen dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

15 Es zeigt

Fig. 1: ein Augendiagramm

Fig. 2 einen Empfänger mit schnellem Augenmonitor

20 Fig. 3 einen schnellen Augenmonitor

Fig. 4 Ergebnis der Messung der Augenhöhe und

25 Fig. 5 Einfluss des Kleinsignals auf die Messung der Augenhöhe

Fig. 2 zeigt schematisch einen Empfänger 1 für optische Signale. Der Empfänger 1 ist mit einer optischen Übertragungsstrecke 2 verbunden. Im Empfänger 1 befindet sich ein opto-elektrischer Wandler 4 der mit einem Filter 5 verbunden ist. Der schnelle Augenmonitor 6 ist wiederum an das Filter 5 angeschlossen. Der Ausgang des

30 Augenmonitors 6 ist mit einer elektrischen Ausgangsleitung 3 verbunden.

In einer weiteren Ausführungsform ist der Empfänger mit einem optischen PMD Kompensator bestückt. Diesem nachgeschaltet ist der optisch-elektrische Wandler 4 und der Augenmonitor 6.

35

Figur 3 zeigt den schnellen Augenmonitor 6. Der Dateneingang 7 ist mit drei Schwellwertentscheidern S0, S1 und S2 verbunden. Der Ausgang des Schwellwertentscheiders S0 ist die Datensignalleitung 8. Die Ausgänge der

Schwellwertentscheider S1 und S2 sind jeweils mit einer EXOR-Schaltung E1 und E2 verbunden. Der zweite Eingang der EXOR Schaltungen E1 und E2 weist jeweils eine Verbindung zu der Datensignalleitung 8 auf.

Der Ausgang der EXOR-Schaltungen E1 und E2 ist mit jeweils einem Integrator I1 und I2 verbunden. Die Ausgänge der Integratoren sind wiederum jeweils mit einem Addierer A1 und A2 verbunden, dessen zweiter Eingang mit einer Leitung zur Einstellung eines Sollwertes verbunden ist. Ausgangsseitig liegen die Addierer A1 und A2 an Regulatoren R1 und R2 an. Die Ausgänge der Regulatoren sind einerseits mit einem weiteren Addierer A3 verbunden als auch mit den Schwellwertentscheidern S1 und S2, deren Schwellwert sie einstellen.

Der Ausgang des Addierer A3 ist mit einer Datenleitung für die Augenhöhe verbunden.

Der schnelle Augenmonitor 5 empfängt die optisch-elektrisch gewandelten Daten des Wandlers 4 auf seiner Eingangssignalseite 7. Die empfangenen Daten sind durch nichtlineare Effekte auf der Übertragungsstrecke gestört und verschmiert worden.

Diese gestörten Daten werden den drei Schwellwertentscheidern zugeführt. Sie werden in den Schwellwertentscheidern mit einem Schwellwert verglichen.

Schwellwertentscheider S0 vergleicht die empfangenen gestörten Daten mit einem Referenzwert V0. Das Ergebnis am Schwellwertentscheider S0 sind „entschiedene“ Daten, die im idealen Fall den übertragenen Daten entsprechen.

Der Augenmonitor besteht aus zwei weiteren Schwellwertentscheidern S1 und S2 . An ihnen liegen jeweils das gestörte Eingangssignal und ein Schwellwert V1 und V2 an.

Die Schwellwerte werden dabei so eingestellt, dass V1 und V2 nahe dem unteren und dem oberen Scheitelpunkt des Auges im Augendiagramm liegen. Die so jeweils entschiedenen Signale liegen an EXOR-Schaltungen E 1 und E2 an, in denen sie mit

den entschiedenen Signalen des Datenkanals verglichen werden. Mit diesem Vergleich lassen sich die jeweiligen Fehler in den Monitorkanälen bestimmen. Die Fehler werden dann jeweils in den Integratoren I1 und I2 aufintegriert. Das Ergebnis ist für S1, E1 und I1 eine interne Spannung V_{int_upper} , die eine Stellgröße für den unteren Scheitelpunkt der Augenöffnung darstellt. Aus dem Monitorkanal S2, E2 und I2 erhält man die interne Stellgröße V_{int_lower} , die den unteren Scheitelpunkt des Auges repräsentiert.

Die internen Stellgrößen werden in den Addierern A1 und A2 mit einem voreingestellten Sollwert $V_{1target}$ und $V_{2target}$ verglichen. Die Abweichung der internen Größen von den Sollwerten dient zur Einstellung der Regulatoren R1 und R2. Daher

regeln die Regulatoren bei Abweichungen von den Stellgrößen die Schwellwerte für die Entscheider S1 und S2 nach. Die Ausgangsspannungen der Regulatoren addiert am Addierer A3 ergibt einen Wert für die Augenöffnung.

Die in der Schaltung eingesetzten Integratoren sind dabei entweder in einer analogen oder einer digitalen Schaltung realisiert.

Figur 4 zeigt ein Ergebnis einer Messung mit dem schnellen Augenmonitor.

Aufgetragen ist die interne Stellgröße V_{int} über der Schwelle V1 bzw. V2.

Innerhalb des Bildes ist ein Augendiagramm mit einer Augenöffnung gezeigt, die 10 gleich der Größe $V_{eye_upper} - V_{eye_lower}$ ist. Das Ergebnis der internen Stellgrößen V_{int_lower} und V_{int_upper} ist eingezeichnet. Man erkennt eine Abweichung der Stellgrößen vom eingestellten Sollwert V_{target} . In einem solchen Fall regen die Regulatoren die 15 Schwellwerte der Entscheider so nach, dass die resultierenden internen Stellgrößen sich an den Sollwert annähern. Um die Empfindlichkeit der Augenöffnung zu erhöhen wird wie in Figur 5 gezeigt dem Sollwert V_{target} ein Kleinsignal überlagert. Dieses sinusförmige Signal wird als Antwort in den internen Stellgrößen detektiert und ausgewertet.

Mit Hilfe dieser Kleinsignalantwort und der Augenöffnung wird der Q-Faktor der Übertragungsstrecke bestimmt. Dieser kann dann in einem Kompensator als aktueller 20 Parameter der Übertragungsstrecke verwertet und das Signal damit optimiert werden.

5

Zusammenfassung

10

Gegenstand der Erfindung ist ein schneller Augenmonitor mit Schwellwertentscheidern, die nahe an den Scheitelpunkten des Auges eines Augendiagramms eingestellt sind, mit Pseudofehler-Generator, mit Integratoren für die Pseudofehler und Regulatoren, die interne Stellgrößen im Vergleich mit Sollwerten nachführen, sowie eine
15 Überlagerung der Sollwerte mit einem Kleinsignal mit Messung der Kleinsignalantwort in den Stellgrößen.

Fig. 2

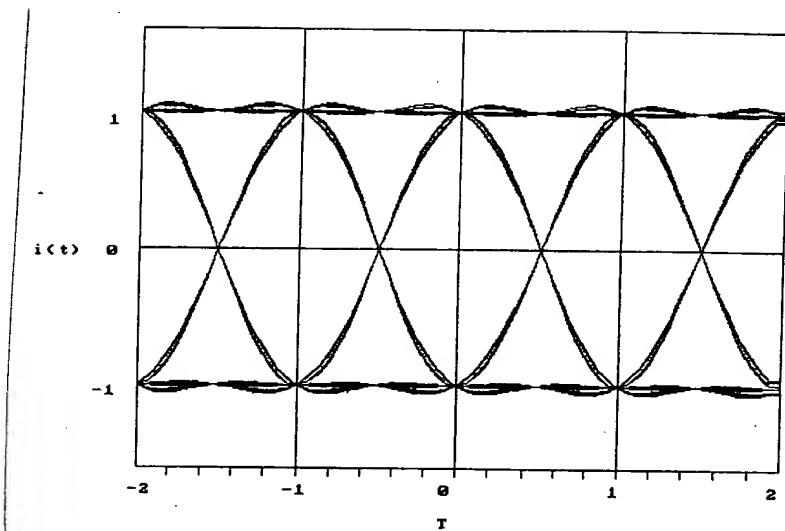


Fig. 1

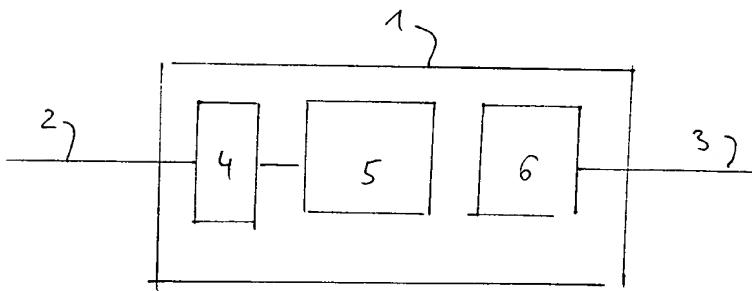
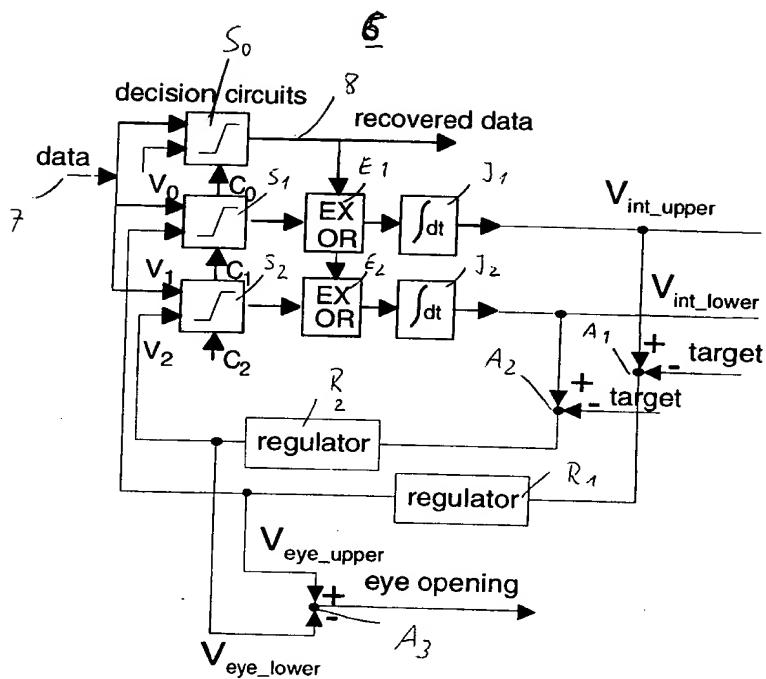


Fig. 2



$F_{ij} \cdot 3$

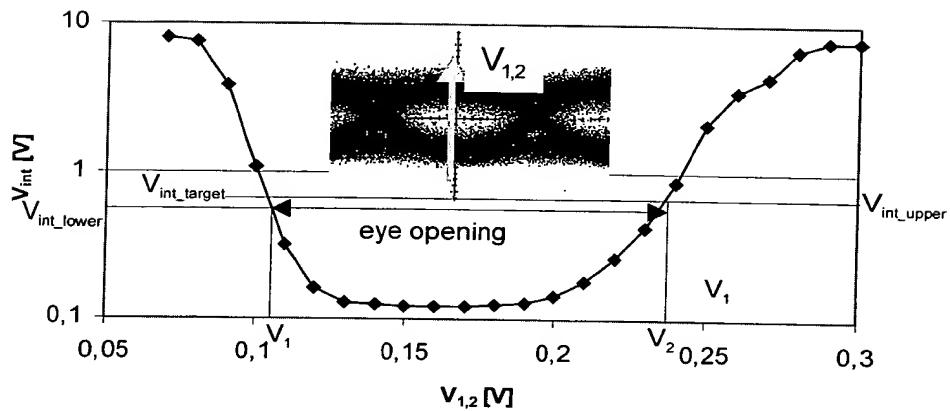


Fig. 4

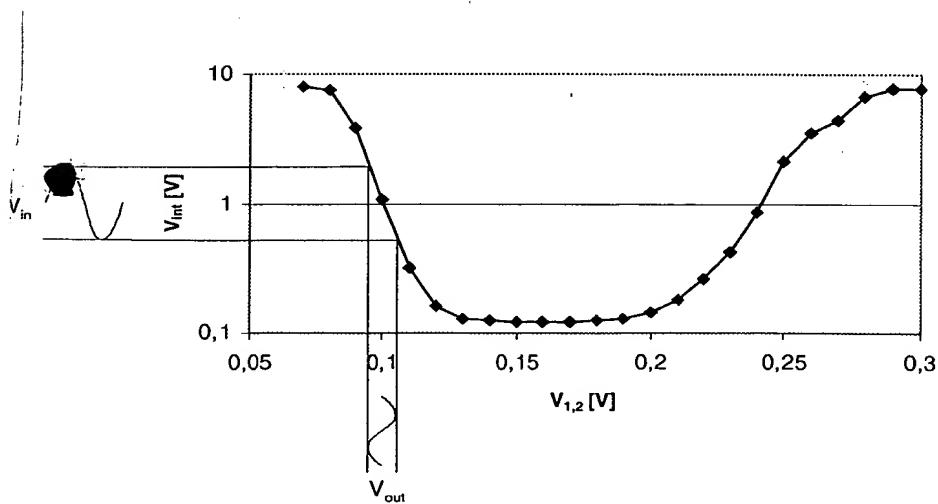


Fig. 5